NOV 3 '32

UEBER DIE ANORDNUNG UND DIE ENTWICKLUNG DER ZÄHNE BEI TELEOSTIERN.

ADRIANA G. VORSTMAN.

UEBER DIE ANORDNUNG UND DIE ENTWICKLUNG DER ZÄHNE BEI TELEOSTIERN.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE [redacted]UNIVERSITEIT TE AMSTERDAM, OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS WERTHEIM SALOMONSON, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE, VOOR DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN OP DONDERDAG 18 MEI 1922 DES NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

ADRIANA G. VORSTMAN

GEBOREN TE KOTA RADJA

DRUKKERIJ HOLLAND — AMSTERDAM.

AAN MIJNE OUDERS.

Bij het voltooien mijner academische studiën is het mij een behoefte een woord van oprechten dank te brengen aan allen, die tot mijne wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen.

In het bijzonder wensch ik dit te doen aan U, Professor SLUITER, mijn hooggeachten promotor, die niet alleen door uw uitgebreide kennis en helder inzicht, maar tevens door uwe hartelijke belangstelling en uwen welwillenden raad zulk een sterke moreele steun voor mij geweest zijt.

Hooggeleerde BOLK, mijn oprechten dank voor de belangstelling waarmee gij mijn werk gevolgd hebt en de bereidwilligheid, waarmee gij mij het materiaal voor dit onderzoek afstond en mij uw bibliotheek ter beschikking steldet. De discussie, die ik met U over dit onderwerp gehad heb, zal mij heugen, maar een aangename herinnering bij mij achterlaten.

Een woord van hartelijken dank ook aan de velen, die mij van materiaal voor dit onderzoek voorzagen, of mij op andere wijze behulpzaam waren, bij 't vervaardigen van dit proefschrift.

INHALT:

Seite

EINLEITUNG 5

SPECIELLER TEIL:

Lophius 8

Liparis 11

Cyclopterus 13

Esox 14

Salmo. 16

Pleuronectes 19

ALLGEMEINER TEIL UND LITERATUR KRITIK 24

ZUSAMMENFASSUNG WICHTIGSTEN ERGEBNISSE 39

LITERATUR VERZEICHNIS 41

EINLEITUNG.

Die nachfolgende Arbeit schliesst sich unmittelbar den Untersuchungen von WOERDEMAN an. (Archiv. Micr. Anat. 1919).

Diese Arbeit Woerdemans ist eine weitere Begründung der Theorie der Exo- und Endostichos Bolks.

BOLK hat das alternierende Wechseln in Reptiliengebiss und die alternierende Stellung der Elemente des Milch- und des bleibenden Gebisses der Primaten in Zusammenhang mit einander betrachtet, namentlich in folgenden Sinne:

Am Kieferepithel besitzen wahrscheinlich nur bestimmte Zellstreifen die Potenz Zähne zu bilden.

Daher hat BOLK diese vorläufig rein hypothetische streifen Zahnmatrices genannt.

Diese Matrices würden dann alternierend im Kieferepithel liegen und einen Exo- und Endostichos gebildet haben.

Der Exostichos hat sich dann zuerst entwickelt, und würde also ältere Elemente besitzen als der dahinter stehende Endostichos.

Eine Zahnmatrix würde bei den Reptilien nach einander verschiedene einfach gebildete Zähne producieren indem bei den Primaten die ganze Matrix zur Bildung eines mehr complicierten Zahnes dienen würde.

Den nach einander einfach gebildeten Zähnen von einer Zahnmatrix hat BOLK den Namen Zahnfamilie gegeben.

Eine Zahnfamilie des Reptiliengebisses würde also homolog sein mit einem complicierten Zahn des Primatengebisses.

Bei den Selachiern hat BOLK die bekannten hinter einander liegenden Zähnen als Zahnfamilien gedeutet und hat bei vielen von ihnen eine Stütze gefunden, für seine theorie der alternierenden Zahnmatrices am Kieferrande; denn bei vielen Selachiern stehen die Zahnfamilien wirklich alternierend am Kieferrand.

Bei Reptilien-Embryonen hat BOLK gesehen, dass die jungen Zahnkeime alternierend stehen, einen Endo- und Exostichos bildend.

Diese beiden werden sich nach seiner Auffassung, zu einer einzigen Reihe zwischen einander schieben und so als eine einzige Reihe am Kieferrand functionieren indem sie durch das alternierende Wechseln den Karakter des Exo- und Endostichos beibehalten würden.

Nun hat in 1919 WOERDEMAN die Untersuchungen über die

Entstehung der Zähne bei Reptilien-Embryonen weiter zur Hand genommen.

Er hat untersucht wie sich die Zähne in ihrer gegenseitige Lage entwickeln und hat dabei gefunden dass das Zahnfeld eine mesiodistale und eine labiolinguale Entwicklung durchmacht.

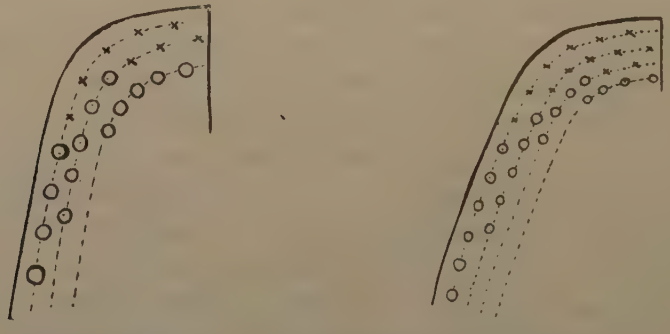
Das Zahnfeld ist dasjenige Teil des Mundepithels das teilweise den Potenz besitzt Zähne zu bilden.

Ich möchte das Prinzip dieses nach zwei Richtungen hinwachsenden Zahnfeldes und die dadurch entstehende Zahnanordnung durch ein einfaches Schema verdeutlichen, weil es eben dieses doppelseitige Wachstum des Zahnfeldes ist, das man immer wieder sich vergegenwärtigen muss, um auch die Bilder, die ich bei den Fischzähnen gefunden habe, verstehen zu können.

Schema A soll den Kiefer eines Embryo's darstellen auf welchem sich 3 Reihen von Zähnen entwickelt haben.

Die erste, älteste, am meisten labial gelegene Reihe hat sich am meisten distalwärts entwickelt, ist jedoch im mesialen Teile wieder teilweise weggeräumt worden; da eine anzahl Zähne wieder resorbiert oder ausgefallen sind, was wir an dieser Stelle unentschieden lassen wollen.

Die zweite Reihe hat sich noch weniger weit nach hinten, distalwärts entwickelt; aber im mesialen Teil sind weniger Zähne weggeräumt. Schliesslich ist eine dritte Reihe eingezeichnet und hier bemerken wir nur 5 Zähne in der Reihe, von welchen noch kein einziger Zahn verlorengegangen ist, aber diese dritte Reihe hat sich vorläufig nur sehr wenig distalwärts entwickelt.



Schema A und B zeigen die mesiodistale und labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes schematisiert dargestellt.

Schema B gibt ein älteres Stadium in welchem die dritte Reihe sich weiter distalwärts entwickelt hat, aber nun auch im mesialen Teil wieder von Zähnen beraubt ist, und nun hat sich lingual von

dieser dritten Reihe eine vierte entwickelt, die nun in ihrer Entwicklung ungefähr so weit fortgeschritten ist, wie die dritte im Schema A. Dies ist also das Prinzip von der mesiodistalen und labiolingualen Entwicklung des Zahnfeldes sowie es uns in den Arbeiten WOERDEMANS entgegentritt.

Zuletzt sei noch besonders darauf hingewiesen, dass die Zähne, die Elemente zweier aufeinanderfolgender Reihen, Stichi wie WOERDEMAN sie nennt, mit einander alternieren; eine Erscheinung, welche WOERDEMAN im Sinne Bolks interpretiert, nämlich in Zusammenhang stehend mit dem Prinzip zweier Reihen von alternierenden Zahnmatricen.

Wir wollen hier nicht weiter auf die Auffassung dieser Zahnreihen eingehen, da wir nachher ausführlich darauf zurückkommen.

Hier war es mir nur zu tun den Begriff der mesiodistalen und labiolingualen Entwicklung klar zu stellen.

SPECIELLER TEIL.

Lophius piscatorius.

Bei meinen Untersuchungen über die Anordnung und Entwicklung der Teleostierzähne erwähne ich zuerst ein Kopfskelett von Lophius piscatorius das eine Grosse von 19½ cm. Unterkieferlänge hat.

Fig. 1 gibt das photographische Bild des Unterkiefers dieses Tieres

Fig. 1. Unterkieferskelett Lophii piscatorii, eines erwachsenen Exemplares. Länge des Unterkiefers 21 cm.

wieder. Es fiel mir sofort hierbei auf, dass wir hier wahrscheinlich das gleiche obenerwähnte Wachstums Prinzip der mesio-distalen und labio-lingualen Entwicklung vor uns haben.

Jedenfalls waren am distalen Ende des Unterkiefers ohne Zweifel 3 Reihen mit alternierenden Elementen zu sehen, von welchen die am meisten labial gelegene Reihe am meisten distalwärts entwickelt und mesialwärts nur am wenigsten vorgerückt war.

(Ich habe immer bei den Unterkiefern einfachere Bilder bekommen als bei den Oberkiefern. Deshalb habe ich mich in dieser Arbeit nur mit den Unterkiefern der Teleostier beschäftigt. Hierzu kommt noch, dass die meisten Oberkiefer der Teleostier nicht ganz in einem horizontalen Schnitte zu treffen sind, während dies technisch mit dem frei präparierten Unterkiefer viel leichter zu erreichen ist).

Ich glaube nun, dass bei Lophius wirklich eine mesiodistale und labiolinguale Entwickelung des Zahnfeldes vorliegt.

Bereits am ausgewachsenen Kiefer ist darauf hinzuweisen, dass die Zähne an der mesialen Seite, lingual am Kieferknochen befestigt sind, während sie am distalen Ende mehr labial gelegen sind.

Ob wir hier aber wirklich mit einem mesiodistalwärts und labiolingualwärts sich entwickelnden Zahnfelde zu tun haben, kann nur an einem jungen Exemplare festgestellt werden, besonders durch die gegenseitige Stellung der jungen Zahnkeime.

Ich habe dazu von einem Exemplare von 1 dm. Totallänge den Unterkiefer untersucht und diesen mit Glyzerin durchsichtig gemacht. Dies genügt vollständig um die jungen Zahnkeime mit ihren kleinen Dentinkäppchen deutlich hervortreten zu lassen.

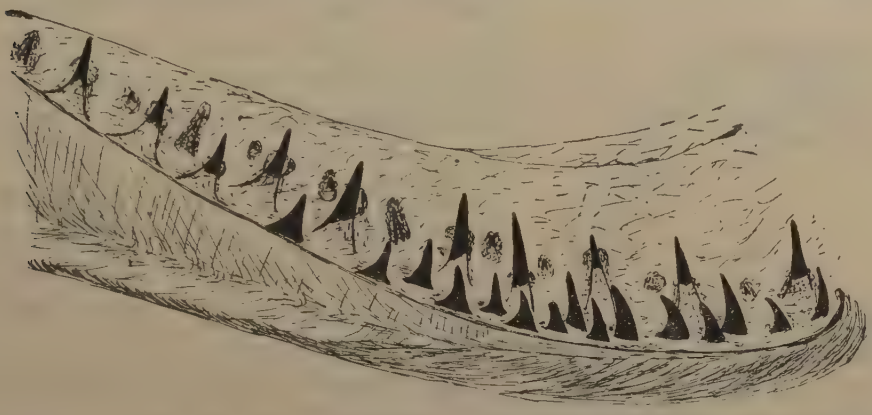


Fig. 2. Unterkiefer Lophii piscatorii. Totalgrösse 1 dm. mit Glycerin durchsichtig gemacht, wodurch die jungen Zahnkeime sichtbar sind.

Fig. 2 stellt das Bild dieses Unterkiefers unter dem Microscop gezeichnet dar. Ich glaube, in der Fig. 2*a* die Anordnung der Zähne schematisiert richtig dargestellt zu haben.

Hierin ist ohne Zweifel die mesio-distale und labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes deutlich abzulesen.

Die Stelle der jungen Zahnkeime ist in dem Schema Fig. 2*a* durch ein -●- angedeutet.

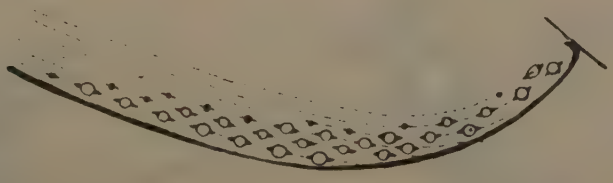


Fig. 2a. Die Stellung der Zähne und Zahnkeime in Fig. 2 schematisiert wiedergegeben.

Vielleicht möchte man mich einiger Willkür beschuldigen in der Deutung der Stichi am mesialen Ende des Kiefers aber jedenfalls weist der Stand der Zähne und Zahnkeime an dem distalen Ende

genügend darauf hin, dass hier wirklich eine mesiodistale und labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes vorliegt.

Auch bei den nachher untersuchten Formen sind immer die Bilder am distalen Ende leichter zu interprätieren als am mesialen Ende des Zahnfeldes. Dies rührt wohl daher, dass am distalen Ende, bei einer mesiodistalen Entwicklung weniger abgeänderte Verhältnisse zu finden sind als am mesialen Teil des Kiefers.

Ausser diesem Exemplare von Lophius piscatorius von ± 1 dm. Länge, erhielt ich noch ein Exemplar von 2 cm. bei dem auf horizontalem Schnitte durch den Unterkiefer, nur 2 Zahnkeime sichtbar waren (Fig. 3), wovon der mesialgelegene schon eine Dentinkappe hatte, der zweite aber zunächst nur aus zwei concentrisch angeordneten Reihen von Epithelzellen bestand, aber noch gar kein Dentin gebildet hatte.

Fig. 3. Horizontalschnitt durch den Unterkiefer Lophii piscatorii. Totalgrösse ½ cm.

Die Frage ob hier von Zahnmatrices die Rede sein könnte, muss ich verneinend beantworten.

Auf Frontalschnitten von den Exemplaren von 1 dm. bekam ich den Eindrück, dass jeder Zahnkeim seine eigene Epitheleinstülpung hat. (Fig. 4). Ein Exemplar von 2 cm. auf Sagittalschnitte untersucht, gab uns beim Durchschnitte durch den 2ten Keim ein Bild, das in Fig. 5 dargestellt ist.

Fig. 4. Frontalschnitt durch den Unterkiefer Lophii piscatorii. Totalgrösse 1 dm.

Fig. 5. Sagittalschnitt durch den Unterkiefer Lophii piscatorii. Totalgrösse ½ cm. Durchschnitt durch den 2ten Zahnkeim.

Hier haben wir keinen Epithelstrang, der den tiefer liegenden Keim mit äusserem Epithel verbindet, sondern einen mehr an der Oberflache gebildeten Zahnkeim.

Von einen Operculum ist bei Lophius keine Rede.

Wohl fand ich bei allen von mir untersuchten Teleostiern eine Schleimhautfalte, die sich wie eine Forsetzung des Zahnepithelfeldes in die Mundhöhle erstreckt, wie auf Fig. 2 und Fig. 4, 5 zu sehen ist, oder auch etwas frei hervorwächst.

Niemals aber hat diese Schleimhautfalte etwas mit den Zahnkeimen zu tun. Ein Vergleich mit einem Operculum ist also schwer zu ziehen, obwohl es eine Schleimhautfalte lingualwärts vom Zahnfelde ist.

Liparis vulgaris.

Von dieser Art habe ich einen in Fig. 6 abgebildeten Unterkiefer untersucht, bei welchem die Zähne durch Maceration entfernt sind.

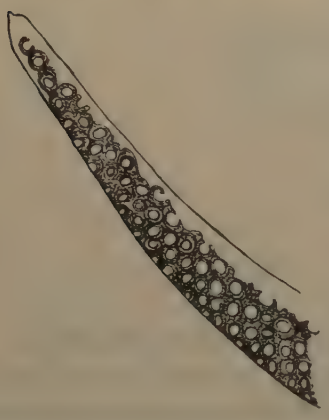


Fig. 6. Unterkieferskelett von einem erwachsenen Exemplare von Liparis vulgaris. Totallänge 3 cm. Die Alveolen der durch Maceration entfernten Zähne geben die Stellung der Zähne im Kieferknochen an.

Diese Zähne stehen in einer Art von Alveolen in dem Kiefer, und in der Anordnung dieser Alveolen sind wieder deutlich einige in mesiodistaler und labiolingualer Richtung entwickelten Stichi zu unterscheiden.

Es gleicht dieser Zahnbesatz fast vollständig demjenigen, welcher uns von Raja oder Mustelus bekannt ist.

Auch sehr deutliche Alternation der Elemente von zwei aufeinander folgender Stichi ist hier zu sehen.

Bei der auffälligen Analogie mit dem Zahnbesatz der erwähnten Selachier könnte man hier vielleicht ein wahres Operculum erwarten; aber auch hier kann ich ein solches nicht nachweisen.

Wohl kommt wieder eine Schleimhautfalte vor, hier dem Kiefer entlang laufend und etwas nach oben gerichtet, aber diese Schleimhautfalte hat bei der Bildung junger Zahnkeime gar keine Function. In Fig. 7 und Fig. 8 sind zwei Sagittalschnitte durch das distale Ende des Kiefers an der lingualen Seite abgebildet.

Die Alternation tritt auf diesen Bildern sehr deutlich zu Tage.

Wir sehen auch, dass wir hier ebenso wie bei Lophius, wieder mit „freier Zahnbildung" im Sinne Bolks zu tun haben: jeder Zahnkeim wird von seinem eigenen Epithelstrang getragen.

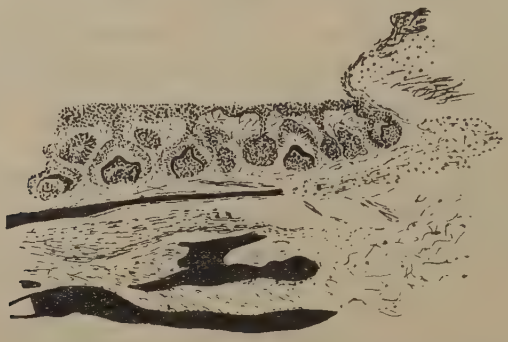


Fig. 7. Sagittalschnitt dem distalen Ende des Unterkiefers entlang, an der lingualen Seite. Liparis vulgaris. Totallänge 3 cm.

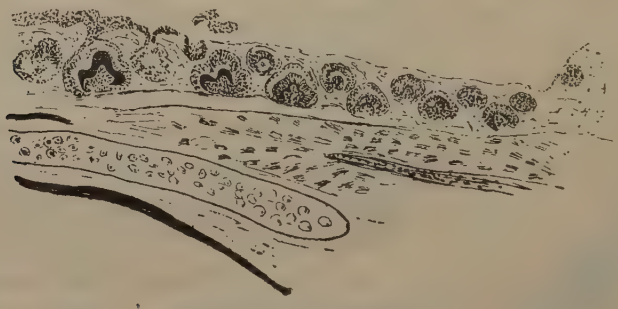


Fig. 8. Wie Fig. 7 einige Schnitte weiter.

Man kann also bei Liparis keinenfalls von Zahnfamilien reden.

Fig. 9. Frontalschnitt durch das distale Ende des Unterkiefers. Ein functionierender Zahn und zwei junge Zahnkeime sind getroffen.

Fig. 9 giebt einen Frontalschnitt durch den Kiefer am distalen Ende. Das Epithel ist durch Maceration etwas vom Kieferrande abgehoben. Ein functionierender Zahn und zwei junge Zahnkeime sind sichtbar. Zusammenfassend ist also bei Liparis deutlich ein mesiodistalwärts und labiolingualwärts sich entwickelndes Zahnfeld zu sehen, ferner deutliche Alternation der Elementen zweier aufeinanderfolgender Stichi aber kein genetischer Zusammenhang, also keine Matrices, keine Familien.

Cyclopterus lumpus.

Das dritte Object, an dem ich eine mesiodistale und labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes gesehen habe, war ein 2, 3 cm. langes Exemplar von Cyclopterus lumpus, wie man sie im Monat August in den Zosterafeldern bei Den Helder findet.

Fig. 10. Unterkiefer von Cyclopterus lumpus (3,8 cm. Totalgrösse) 8 aufeinanderfolgendende Schnitte von 10 μ Dicke einer Serie sind, aufeinander projectiert, gezeichnet.

In Fig. 10 ist ein horizontaler Durchschnitt durch den Unterkiefer wiedergegeben. An dieser Abbildung ist die mesiodistale und labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes ohne weiteres kenntlich.

Aber ein typischer Unterschied besteht in der Zahnanordnung bei Cyclopterus einerseits und bei Liparis und Lophius andrerseits.

Bei Cyclopterus ist nämlich kein Spur von Alternation zwischen den Elementen zweier aufeinanderfolgender Stichi zu entdecken.

Andrerseits stimmen die drei Formen Lophius, Liparis sowie Cyclopterus, wenn auch bei den beiden letzteren am deutlichsten ausgeprägt, darin mit einander überein, dass die Richtung, in welcher die Stichi sich entwicklen, dem Kieferrande nicht parallel läuft, sondern eine schräge Stellung zum Kieferrande hat, sodass die Stichi einigermaszen schief über dem Kiefer verlaufen.

Auch bei Cyclopterus können wir nicht von Zahnmatrices oder Zahnfamilien sprechen, da gar kein genetischer Verband zwischen den jungeren Zahnkeimen und den vorhergehenden vorkommt.

Wie erwähnt treten aber bei diesen jungen Cyclopterus-Exemplaren die Zahnreihen, oder Zahngenerationen, oder Stichi (Woerdeman), die sich in mesiodistale Richtung entwicklen, besonders deutlich zu Tage.

Bei dem erwachsenen Cyclopterus aber konnte ich von dieser Regelmässigkeit im Zahnbesatz nichts mehr zuruckfinden.

Ich bekam bei diesem ein sehr ünregelmässiges Bild von sehr kleinen unansehnlichen Zähnen. Hier war also im erwachsenen Zustande die Regelmässigkeit der Jugendform völlig verloren gegangen.

Esox lucius.

Bei Esox sind deutlich Zahnmatrices zu sehen, falls wir die genetische Zusammenhang zwischen die aufeinanderfolgende Zähne in diesem Sinne deuten wollen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass also auch bei anderen Tieren, die

Fig. 11. Unterkiefer von Esox lucius. Totalgrösse 7 cm. 7 aufeinanderfolgende Schnitte von 12 μ Dicke einer Serie sind auf einander projectiert, gezeichnet.

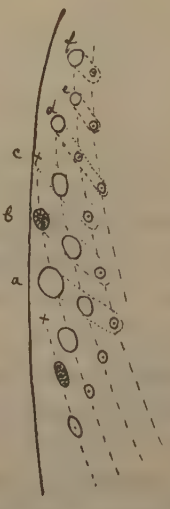


Fig. 11*a*. Die Stellung der Zähne von Fig. 11 Schematisiert dargestellt.

Zahnmatrix, nicht bloss einen hypothetischen Wert hat, wird durch dieser zuerst von FRIEDMANN wahrgenommenen Fall, grösser.

Die Alternation aber, die in seiner Abbildung des Unterkiefers (Abb. 8 seiner Arbeit) deutlich zu sehen ist, wurde von FRIEDMANN selbst nicht beachtet. Erst WOERDEMAN hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht.

In Fig. 11 ist die eine Kieferhälfte fast vollständig abgebildet.

Fig. 11 stellt das Bild dar von 7 auf einanderfolgenden Schnitten einer Serie, die auf einander projectiert, gezeichnet sind.

Nur der am meisten mesiale Teil konnte nicht zugleich horizontal getroffen werden, wegen der Form des Unterkiefers.

Der Unterkiefer wölbt sich nämlich im mesialen Teil etwas nach oben.

Es ist nun in erster Linie darauf zu achten, dass wir hier mit zwei verschiedenen Arten von Alternation zu tun haben, eine Tatsache, worauf Prof. Bolk mich zuerst aufmerksam machte.

Namentlich erstens eine Alternation, hervorgebracht durch alternierende Zahnmatrices am Kieferrand, also Matrices deren Elemente alternieren und zweitens, die Alternation hervorgebracht durch die schräge Stellung der Zahnmatrix zu den Zahnreihen, wodurch der Ersatzzahn schräg hinten, also zwischen zwei Elementen derselben Reihe, sichtbar ist.

Beide Arten von Alternation sind hier nebeneinander am Unterkiefer von Esox zu sehen.

Zum Beispiel: *b*, *c'*, *d*, *e*, *f* [1]) alternieren mit einander am Kieferrand, und liefern ein Beispiel der hier zuerst beschriebenen Alternation von welcher auch später bei Salmo salar die Rede sein wird.

Die 2te Art der Alternation wird dadurch hervorgerufen, dass *b'* alterniert mit *a* und *b*; *e'* mit *e* und *d*, und so weiter.

Diese schon oben beschriebene zweite Alternation wird, durch schräge Stellung der Matrices zur Zahnreihe, verursacht.

Wie steht es nun aber mit der mesiodistalen Entwicklung der Zahnreihe.

Betrachten wir dazu das Schema Fig. 11*a* das in vereinfachter Form die Zahnanordnung von Fig. 11 darstellt. Deutlich markiert sich an diesem Schema sowohl die mesiodistale als die labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes.

Fängt man am distalen Ende an die Zahnreihen abzulesen, wie es immer am leichtesten geschieht, so treffen wir hier den am meisten labialgelegenen Stichos, welcher aus 3 Zähnen gebildet wird, wovon der vorderste am Kieferrande schon ausgefallen ist.

Darauf folgt die 2te Reihe, die bei dem ausgefallen Zahn *c* wieder auf den Kieferrand stösst und ausserdem 4 Zähne und Zahnkeime aufweist und so weiter, wie es die Strichlinien zeigen.

Dass *d* und *f* nicht zur gleichen Reihe gehören können, geht daraus hervor, dass *d* zwei Ersatzzähne hat und *f* nur einen.

Wir würden hier keine mesiodistale Entwicklung haben, falls man annimmt, dass *d* und *f* zur gleichen Reihe oder Generation gehörten.

---

[1]) Vergeleiche für die Buchstaben die Schematische Fig. 11*a* *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, u.s.w. nenne ich die ersatzzähne der jetzt am Kieferrand functionierenden Zähne.

Gerade die verschiedene Zahl der Ersatzzähne deutet darauf hin, dass *d* und *f* n i c h t zur gleichen Reihe (Generation) zu rechnen sind.

Es stellt sich also heraus dass *d* zum vorhergehenden älteren Stichos gehört und *f* zum folgenden jüngeren, wozu auch *e* und *d'*, der Ersatzzahn von *d*, zu rechnen sind.

Die Elemente zweier aufeinanderfolgenden Reihen (*d* und *d'*) hängen genetisch mit einander zusammen.

Ein gleicher Fall wie wir ihn auch bei Salmo salar finden werden. Die Elemente also zweier aufeinanderfolgenden Zahnreihen, Zähne gleicher Generation, stehen in genetischen Zusammenhang mit einander, ersetzen einander, bilden eine Familie im Sinne Bolks.

Auf die Frage, wie denn das Bild der Alternation zu Stande kommt, möchte ich antworten:

Ausser durch die schräge Stellung der Familie zur Reihe, wodurch der Ersatzzahn zwischen zwei Zähnen derselben Reihe sichtbar ist, wird zweitens, eine Alternation der Zahnmatrices am Kieferrande verursacht, durch die schräge Stellung der Reihe zum Kieferrande, wodurch in Verbindung mit der mesiodistalen Entwicklung, Elemente verschiedener Reihen gleichseitig neben einander am Kieferrande functionieren.

Zur Erläuterung der Tatsache dass man auch hierdurch ein Bild von Alternation erhält, verweise ich noch auf die Schemata Fig. 13*a*, 14*a* und 11*a*, auf denen deutlich Alternation zu sehen ist dort, wo man den functionierenden Zähnen dem Kieferrande entlang folgend von einer Reihe, auf die andere, übergeht.

Es lässt sich also das Bild der Zahnstellung auf dem Unterkiefer von Esox erklären als Zahnreihen d.h. Zähne gleicher Generation welche sich in mesiodistaler und labiolingualer Richtung entwickeln und wobei die Elemente zweier aufeinanderfolgenden Reihen in genetischem Zusammenhang mit einander stehen.

Salmo salar.

Wie bei Esox, so kommen auch bei Salmo gut entwickelte Zahnmatrices also Zahnfamilien vor. In den Figuren 12, 13 und 14 mit den zugehörigen Schemata 12*a*, 13*a* und 14*a*, sind Horizontalschnitte durch den Unterkiefer van Salm-Stadien in verschiedenem Alter abgebildet. Bei oberflächlicher Betrachtung von Fig. 13, wird man kaum den Eindruck von einer besondern Anordnung der Zähne bekommen.

Am distalen Ende sieht man gar keine Alternation, dann folgen

einige deutlich alternierende Matrices und am mesialen Teil des Kiefers sind ein paar Zähne ohne Ersatzzahn zu sehen.

Fig. 12. Unterkiefer Salmo salar 2.1 cm. Totalgrösse.

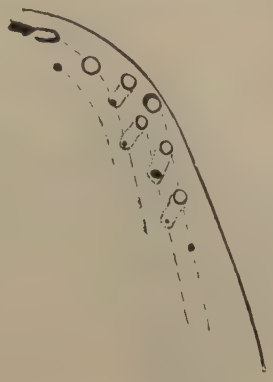


Fig. 12*a*. Die Stellung der Zähne von Fig. 12 schematisiert dargestellt.

Können wir nun dieses Bild mit dem Prinzip der mesiodistalen Entwicklung des Zahnfeldes in Einklang bringen?

Fig. 13. Unterkiefer Salmo salar 2,4 cm. Totalgrösse.

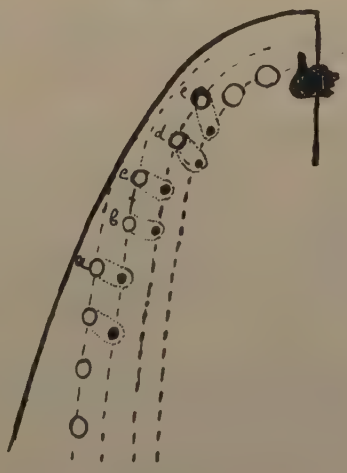


Fig. 13*a*. Die Stellung der Zähne von Fig. 13 schematisiert dargestellt.

Ich glaube „Ja", und zwar glaube ich mich nicht zu irren, wenn ich die Zahnordnung des in Fig. 13 abgebildeten Schnittes interpretiere wie es die schematische Fig. 13*a* darstellt.

Die Tatsache, dass wir am mesialen Teil keine Ersatzzähne finden, steht doch gar nicht in Widerspruch mit dem Prinzip der mesiodistalen Entwicklung, denn die 2 am meisten mesial stehenden Zähne

sind selbst schon Ersatzzähne und von der gleichen Generation, wie die sich bildenden Ersatzzähne der dritten und vierten am Kieferrand

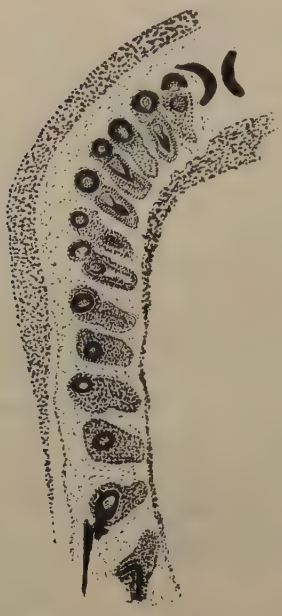


Fig. 14. Unterkiefer Salmo Salar 4.2 cm Totallänge.

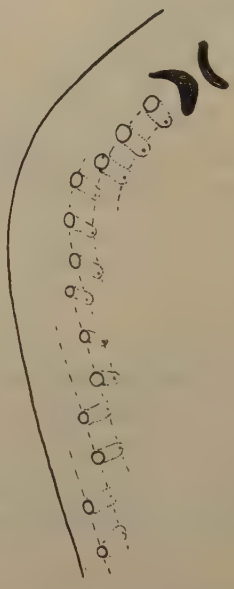


Fig. 14*a*. Die Stellung der Zähne von Fig. 14 schematisiert dargestellt.

stehenden Zähne *e* und *d*, während die functionierenden medialsten Zähne, schon ausgefallen sind.

Dasselbe wiederholt sich, bei den folgenden mehr distalen Zähnen. Das prinzip der mesiodistalen Entwicklung bewährt sich also auch wieder am Salm-Kiefer.

Wie steht es nun mit der Alternation.

In halber Länge des Kiefers bekommen wir ein deutliches Bild von Alternierenden Zahnmatrices, jedoch die Elemente zweier auf einanderfolgender Stichi alternieren nicht mit einander; im Gegenteil, die Elemente von dem folgenden jungeren Stichos sind die Ersatzzähne der Elemente des vorhergehenden älteren Stichos.

Bei dem alternierenden Bild der Zähne *a*, *b*, *c*, *d* und *e* (siehe Schema 13*a*) gehören *b* und *c* zur gleichen Generation, zum gleichen Stichos (im Sinne Woerdemans) und auch *d* und *e* gehören zu einer Generation.

Das alternierende Bild wird hervorgerufen durch die schräge Stellung der Stichi in Bezug auf den Kieferrand, also durch eine ganz andere Alternation als diejenige, auf welche Woerdeman bei seinen Reptilien-Embryonen hinweist, obwohl wir auch hier, bei

Salmo salar, an einem Teil des Kiefers ebensogut alternierende Zahnmatrices sehen.

Die Alternation bei Salmo salar ist keine primäre Alternation, wie Woerdeman für seine Reptilien-Embryonen annimmt, sondern sie ist secundär hervorgegangen aus der Tatsache, dass der Stichos, der sich in mesiodistaler Richtung entwicklenden Zähne, hier schräg zum Kieferrande steht.

Ich möchte hier auf eine Tatsache hinweisen, auf welche Prof. SLUITER mich aufmerksam gemacht hat. Der am meisten lingual gelegene Stichos verläuft dem Kieferrande fast parallel, indem die mehr labial gelegenen Reihen immer schräger zum Kieferrand sich stellen.

Die Bilder 12 und 14 mit den zugehörigen Schemata 12a und 14a den Unterkiefern von Salmo salar verschiedenes alters entnommen, sprechen für sich selbst.

Man muss um die Zähne in den verschiedenen Stichi ordnen zu können, genau auf das Alter der Ersatzzähne acht geben und zwar besonders darauf, ob sich schon Dentin geformt hat, oder nicht.

Gleichzeitig muss man der mesiodistalen Entwicklung Rechnung tragen. Immer am distalen Ende anfangend, folgt man mesialwärts die Stichi, bis an den Kieferrand und vergleicht dann labiolingualwärts den Uebergang des einen (älteren) in den nächtst jüngeren Stichos.

Auch in der Fig. 14 sind wieder in halber Länge des Kiefers alternierende Zahnmatrices zu sehen.

Um fest zu stellen, ob wir mit einer primären Alternation in dem Sinne, wie Woerdeman seine Resultate interpretiert, oder mit der von mir secundär genannten Alternation zu tun haben, genügt es nicht einen kleinen Teil des Kiefers zu untersuchen, sondern man muss womöglich die ganze Kieferhälfte übersehen können; sonst ist es nicht möglich, sich eine klare Vorstellung der Anordnung der Zähne zu machen.

Auf die Untersuchungen über Salmo salar von CARLSSON, werde ich im allgemeinen Teil und bei der Litteraturkritik näher eingehen.

Pleuronectes platessa.

Der asymmetrische Bau des Kopfes ist Ursache, dass nur an der linken Hälfte des Unterkiefers im erwachsenen Zustand gut entwickelte Zähne zu finden sind.

Wie bekannt, hat die Scholle im erwachsenen Zustande nur eine Reihe nebeneinanderstehender, gut entwickelter Zähne in der linken Kieferhäfte.

Bei einem Exemplar von 7 cm Totallänge traf ich aber eine

Anordnung der functionierden Zähne am Unterkiefer wie ich sie in Fig. 16 abgebildet habe, und zwar bei schwacher Vergrösserung und bei auffallendem Lichte betrachtet.

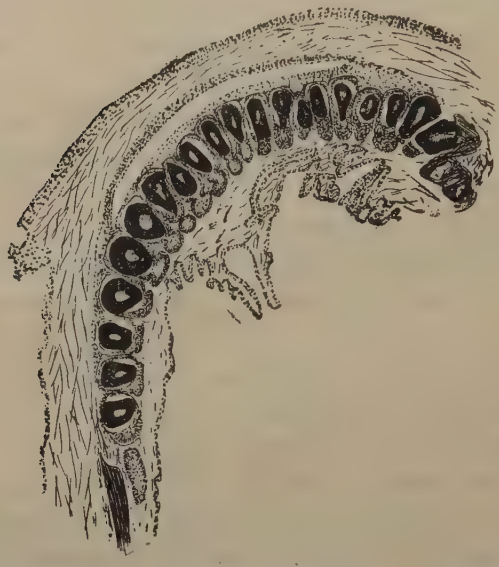


Fig. 15. Horizontalschitt durch eine Unterkieferhälfte von Pleuronectes platessa (Totallänge 10 cm.) aus einer im Monat April gefangenen Sammlung.

Fig. 16. Die Anordnung der auf den Kiefer functionierenden Zähne einer Unterkieferhälfte von Pleuronectes platessa (Totallänge 7 cm. im Monat August gefangen).

Ein derartiges Bild fand ich am Unterkiefer mehrerer im August gefangenen Exemplare von ungefähr 6 bis 8 cm Totallänge.

In einer Sammlung von im April gefangenen Exemplaren, die meistens eine Länge von ungefähr 10 cm hatten, unter welchen aber auch einige Tierchen von 6 und 7 cm waren, fand ich immer nur eine einzige Reihe von Zähnen am Kieferrande.

Das Bild mehrerer Reihen war völlig verloren gegangen.

In einer Sammlung von im Juni und Juli des ersten Lebensjahres gefangenen Fischen traf ich wieder das bekannte Bild von mehreren schief zum Kieferrande, hintereinanderstehenden Reihen, wobei die am meisten labialgelegene, zugleich die am meisten distal-gelegene war.

Die Länge der Exemplare gibt also keinen Massstab dafür, wie die Anordnung der Zähne sich verhalten wird, wohl aber die Monate in welchen sie gefangen sind.

Also ist es das Alter der Fische, und nicht ihre Länge, welches den Ausschlag gibt.

Es spielt sich also in ungefähr den ersten 9 Lebensmonaten der ganze Prozess der Umordnung von mehreren Zahnreihen zu einer einzigen ab. Ich habe in Fig. 15 einen Unterkiefer einer Scholle mit einer Totallänge von 10 cm mit solch einer einzigen Zahnreihe abgebildet.

Diese scheinbar einreihige Zahnreihe ist aber meiner Meinung nach aus Elementen verschiedener, aufeinanderfolgender Reihen aufgebaut, und stellt keine Reihe von Zähnen gleicher Generation dar.

Das Recht zu dieser Annahme glaube ich den Zuständen wie sie in Fig. 17 und 18 abgebildet sind entnehmen zu dürfen, wo deutlich verschiedene sich in mesiodistaler Richtung entwickelden Zahnreihen zu sehen sind.

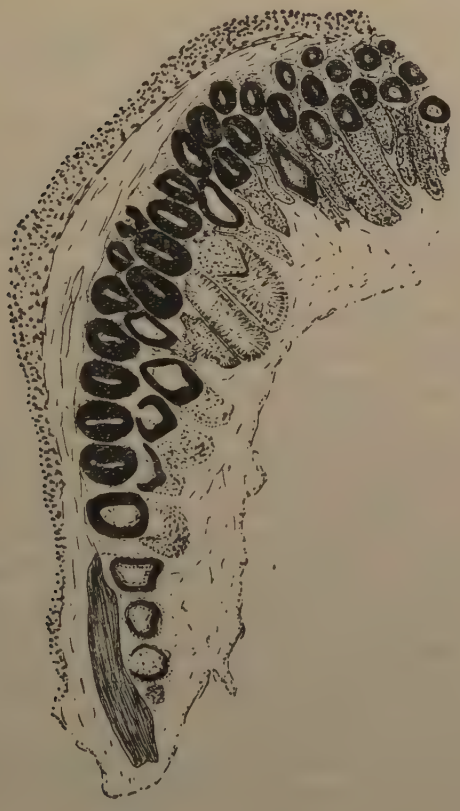


Fig. 17. Horizontalschnitt durch den Unterkiefer von Pleuronectes platessa (Totallänge 6,8 cm.) im Monat August gefangen.

Fig. 18. Horizontalschnitt durch eine Unterkieferhälfte von Pleuronectes platessa (Totallänge 4 cm) von einem im Monat Juni im ersten Lebensjahrs gefangenen Exemplar.

Fig. 17 stellt wieder einen Horizontalschnitt durch den Unterkiefer eines im August gefangenen Exemplars dar. Dasselbe hatte

eine Totallänge von 6,8 cm. Der mesiale Teil des Kiefers ist nicht gezeichnet, da die Entkalkung nicht vollständig gelungen war und die Schnitte am mesialen Teil hierdurch zerrissen sind. Das Tier stammt aus derselben Sammlung (gefangen im August) wie das Exemplar mit Totallänge von 7 cm, wonach die Fig. 16 gezeichnet ist; kann also unmittelbar damit verglichen werden. Die Fig. 16 gibt aber nur die am Kiefer functionierenden Zähne zu sehen während in Fig. 17 die Matrices mit den Ersatzzähnen sichtbar sind.

Auch hier wieder wollen wir, um uns die Sachlage klar zu machen, als Ausgangspunkt die Zahnreihe am distalen Ende des Kiefers nehmen, welche auch wieder die am meisten labial gelegene ist.

Diese Reihe kann man verfolgen bis sie an den Kieferrand stösst und aufhört.

Etwas mehr medialwärts fängt dann die 2te lingualwärts von der ersten liegenden Reihe an, die man wieder bis an den Kieferrand verfolgen kann, wo sie aufhört.

Auch eine 3te und eine 4te Reihe ist noch deutlich erkennbar.

Fig. 18 gibt endlich einen Horizontalschnitt durch den Unterkiefer eines 4 cM. langen Exemplars.

Auch hier sind wieder Zahnreihen in labiolingualer Richtung hinter einander entwickelt.

Auch hier wieder am distalen Ende anfangend, lassen sich die Zahnreihen am leichtesten ablesen, und findet man wieder eine gleichartige Anordnung wie in der vorigen Figur.

Auch bei der Scholle stehen die Zähne zweier aufeinanderfolgender Reihen wieder deutlich in genetischem Zusammenhang mit einander, bilden also Familien im Sinne Bolks.

Wenn man nun die Fig. 18, 17 und 16 nach einander betrachtet und sie dann schliesslich mit Fig. 15 vergleicht, so bekommt man ganz den Eindruck, dass die einfache Reihe in Fig. 15 entstanden ist, aus schief zum Kieferrand stehenden Zahnreihen.

Am mesialen Teil jeder Reihe werden die Repräsentanten immer weggeräumt, am distalen dagegen entstehen neue.

Wo die Repräsentanten des vorhergehenden Stichos weggeräumt sind, functionieren die Zähne des dahinterstehenden Stichos.

Die schiefe Stellung der Reihe zum Kieferrand ermöglicht es, dass die h i n t e r einander angelegten Reihen (Stichi W) für ihre Repräsentanten jetzt n e b e n einander einen Platz am Kieferrand bekommen.

Der Platz, wo die Repräsentanten eines bestimmten Stichos vorkommen ist kein bleibender, sondern man wird ihn beim Ältern des Tieres immer mehr distalwärts zu suchen haben.

Die kleinen Unregelmässigkeiten in der scheinbar einreihigen

Stellung der Zähne in Fig. 15 namentlich beim 9ten, 15ten und 18ten Zahn von distalen Ende abgerechnet (den jungen Zahnkeim mitgerechnet) geben dann die Stelle an, wo man den Kieferrand entlang gehend, von einem zum andren Stichos übergeht.

Ich glaube es also hiermit wahrscheinlich gemacht zu haben, dass die einzige Zahnreihe bei Pleuronectes platessa aus mehreren in mesiodistaler Richtung sich entwickelden Zahnreihen, die sich lingualwärts zu einander entwickeln und deren Elemente genetisch zusammenhängen, hervorgegangen ist.

Aus den oben beschiebenen 6 Fällen von Zahnanordnung und Entwicklung von meistens im System weit von einander entfernten Teleostiern, möchte ich schliessen, dass diese mesiodistale und labiollinguale Entwicklung des Zahnfeldes, wie bei den Reptilien Regel, so auch bei den Teleostiern ein sehr verbreitete Erscheinung ist, die in Betracht zu ziehen ist bei der Beurteilung der Anordnung und Entwicklung ihres Zahnsystems.

Auch Alternation der Zähne ist bei den Telostiern eine sehr viel vorkommende Erscheinung, darf jedoch bei ihnen nicht interpretiert werden als hervorgegangen aus in mesiodistaler Richtung sich entwickelnden Stichi, deren Elemente alternieren, also in Zusammenhang stehend mit der Matrix-theorie, wie Woerdeman die Alternation bei seinen Reptilien-Embryonen erklärt.

Alternation kann bei den Teleostiern nur secundär entstehen, entweder durch schräge Stellung der Zahnfamilie dem Stichos gegenüber, oder durch die schräge Stellung des Stichos dem Kieferrand gegenüber.

Diese beiden Arten von Alternation können auch neben einander vorkommen wie bei Esox im Unterkiefer.

In dem Falle wo der Stichos dem Kieferrand parallel verläuft und die Matrices sich wagerecht zum Stichos stellen, würden wir kein Bild von Alternation bekommen.

In diesem Zusammenhang möchte ich hinweisen auf die Selachier, wo neben Formen wie Mustelus, Carcharius, Galeus u. s. w. mit deutlicher Alternation, andere wie Acanthias, Laemargus (nur am Unterkiefer), Notidanus, u. s. w. auftreten ohne Alternation.

Will man zur Stütze der Theorie der alternierenden Zahnmatrices am Kieferrand der höheren Vertebrata (Bolk) auf die Selachier verweisen, so muss doch immer für die nicht alternierenden Formen eine Ausnahme gemacht werden.

Betrachten wir jetzt die Kiefer der Selachier in der gleichen Weise, wie wir in specieller Teil stets für die Kiefer der Teleostier taten, wobei wir vorläufig das Prinzip des Alternierens ausser Betracht lassen und nur der mesiodistalen und labiolingualen Entwicklung des Zahnfeldes Rechnung tragen.

Ich wähle als Beispiel dafür einen Unterkiefer von Galeus, welchen

ich vor mir habe und wovon ich in Fig. 19 genau die Stellung der Zähne schematisch angezeigt habe.

Fängt man dann, wie wir es bei den Teleostiern immer taten, am distalen Ende des Kiefers an und verfolgen den am meisten labial gelegenen Stichos (Reihe I), so sehen wir, dass diese Reihe mit 5 Zähnen, am Kieferrande aufhört.

Kehren wir dan distalwärts zurück und verfolgen den 2ten Stichos (Reihe II) so stösst auch diese Reihe mit dem 10ten Zahn wieder auf den Kieferrand.

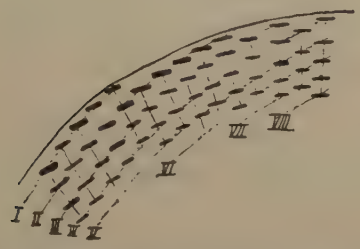


Fig. 19. Die Zahnstellung bei Galeus schematisiert dargestellt. Das Schema zeigt das alternierende Bild.

In gleicher Weise kann man die folgenden Reihen III, IV, u.s.w. verfolgen, immer am distalen Ende anfangend.

Es tritt also auch hier deutlich die Entwicklung des Zahnfeldes in mesiodistaler und labiolingualer Richtung zu Tage; sodass diese Reihen als Stichi in Sinne Woerdemans aufzufassen sind.

Der Stichos der sich am distalen Teil gut entwickelt hat und am mesialen Teil am meisten resorbiert ist, ist derjenige, der am meisten labial gelegen ist.

Die Stichi, die am meisten lingual gelegen sind, haben sich nur wenig distalwärts entwickelt.

Der VIIIste Stichos zum Beispiel wird jetzt nur noch von einem einzigen Zahn repräsentiert.

Wie steht es jetzt mit der Alternation?

Wir haben nun in Galeus eine Form vor uns, die in medialen Teil wenigstens deutlich das Bild der Alternation zeigt. Jedoch die Elemente zweier auf einander folgender Stichi alternieren nicht, sie stehen gerade hinter einander und bilden zusammen die bekannten von Bolk als Familien gedeuteten Zahnreihen, die für den Selachierkiefer typisch sind.

Dem Kieferrande entlang gehend, sehen wir aber Alternation dort, wo wir von einem Stichos zu dem andren übergehen.

Am distalen Ende, dort wo wir nur Zähne des ersten Stichos an der labialen Seite des Kiefers haben, alternieren die Zähne am Kieferrande nicht.

Also tritt nur dort Alternation am Kieferrande auf, wo man dem Kieferrande entlang gehend von einem zum andren Stichos übergeht.

Jetzt will ich noch darauf hinweisen, dass die Zähne eines Stichos, in diesem Sinne intepretiert, einander dachziegelartig decken, so dass

der hintere Rand des einen Zahnes, den vorderen des andren überdekt; die Zähne eines Stichos stehen also imbricat. Dies ist eine weitverbreitete Tatsache, die ich bei sehr vielen Selachiern gesehen habe; hierin aber eine primäre Alternation sehen zu wollen, glaube ich aus diesem Grunde entgegentreten zu können, das Notidanus, ein primitiever Selachier, dies Imbricatstehen nicht zeigt, sondern, dass bei ihm die Zähne ganz und gar neben einander, nicht einander überdeckend stehen.

Ich weise nur auf dieses Imbricatstehen der Zähne einer Reihe hin, um zu zeigen, dass diejenige Reihe von Imbricatsstehenden Zähnen, die bei Galeus schief zum Kieferrande verläuft und den Kieferrand unter sehr schiefen Winkel schneidet, bei Acanthias in beiden Kiefern, und bei Laemargus im Unterkiefer dem ganzen Kieferrand parallel verläuft.

Auch hier bei Acanthias u.s.w. sehen wir die bekannten Reihen wagerecht zum Kieferrand stehen, die Reihen typierend für das Selachiergebiss, die Bolk bei den alternierenden Formen „Familien" genannt had. Diese Reihen stehen bei Acanthias c.s. genau wagerecht zum Kieferrand und weil Stichos und Kieferrand bei ihnen einander parallel sind, stehen diese Reihen, die ich auch hier für „Familien" halten will, ebenfalls wagerecht zum Stichos.

Hier haben wir also eine Form, auf welche ich bei der allgemeinen Besprechung der Teleostier als auf eine hypothetische hingewiesen habe, den Zustand nämlich; wo der Stichos dem Kieferrande parallel läuft und die Matrices sich wagerecht zum Stichos stellen; in diesen Falle würden wir kein Bild von Alternation bekommen.

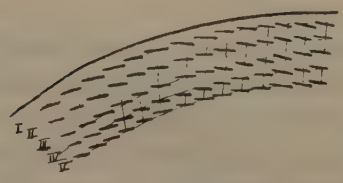


Fig. 20. Die Zahnstellung bei Acanthias schematisiert dargestellt. Das Schema zeigt keine Alternation.

Der Acanthias Kiefer ist schematisiert in Fig. 20 abgebildet.

Eine mesiodistale Entwicklung ist jetzt am erwachsenen Kiefer nicht ausgeprägt, die Zähne eines Stichos functionieren gleichzeitig am Kieferrande. Die labiolinguale Entwicklung ist wohl ausgeprägt.

Ich bin geneigt das Bild der schrägen Stellung der in mesiodistaler Richtung sich entwickelenden Reihen wie folgt zu erklaren:

Das Zahnfeld, das sich bei den Selachiern über den Kiefer schiebt, wie über eine Walze (sieh Hertwigs Handbuch), muss neben der labiolingualen Entwicklung, womit dieses Fortschieben suzammenhängt, auch zu gleicher Zeit einer mesiodistalen unterworfen sein und im Zusammenhang hiermit muss das Zahnfeld schräg, den mesialen Teil voran, über den Kiefer geschoben werden.

Hierdurch müssen die Reihen, die anfänglich parallel zum Kieferrande stehen, nun in schiefem Winkel auf ihn stossen. Also bei stark ausgeprägter mesiodistaler Entwicklung des Zahnfeldes müssen wir auch immer schräg zum Kieferrand stehende Stichi finden.

Unter den selachiern möchte ich noch besonders auf Laemargus hinweisen. Im Unterkiefer sehen wir hier keine Alternation.

Der Unterkiefer Schliest sich genau dem von Acanthias an, während der Oberkiefer mit seinen einfach spitzen Zähnen sich ganz und gar dem Typus des Galeuskiefers anschliesst und deutlich Alternation zeigt, verursacht durch die schräge Stellung der Stichi zum Kieferrande.

Hier liegt also ein Fall vor, wo bei einem Individuum die beiden Arten von Kieferbezatz zu sehen sind.

Vergleichen wir jetzt unsere Befunde bei den Teleostiern, mit den Zustande bei den Reptilien, für welche das alternierende Wechseln der Zähne als typisch aangeführt wird, und auch als Stütze für das Auftreten der alternierenden Zahnmatrices aufgefasst wird.

Zunächts sei nun darauf hingewiesen, dass auch bei einigen Teleostierformen das alternierende Wechseln vorherrscht.

So macht schon Owen in seiner Odontography bei Sphyraena darauf aufmerksam Pag. 127:

„It is interesting to observe that the alternate teeth are, in general comtemporaneously shed, so that the maxillary series is always preserved in an effective State. The relative position of the new teeth to their predecessors and their influence upon them resemble in the Sphyraena some of the phenomena which will be described in the dentition of the Crocodilian reptiles.

To the Crocodiles the present voracious fish also approximates in

Fig. 21. Unterkiefer von Sphyraena jello (Cuv. Val.).
Länge des Unterkiefers 22,5 cm.

the alveolar lodgement of the teeth, but it manifests its ichtyic character in the ancylosis of the fully developed theet to their sockets."

Dieses Phänomen konnte ich an 3 Exemplaren im R. Museum f. Nat. Hist. zu Leiden vollkommen bestätigen. Die Unterkiefer von zwei Exemplaren habe ich hierneben abgebildet Fig. 21 und Fig. 22.

Das gleiche Bild von alternierendem Zahnwechseln bekam ich bei

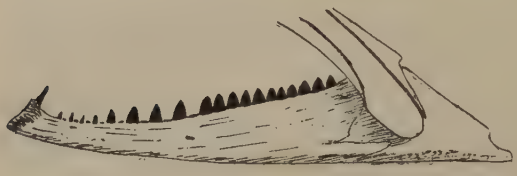


Fig. 22. Unterkiefer von Sphyraena jello. Länge des Unterkiefers 15 cm.

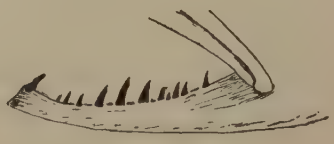


Fig. 23. Unterkiefer von Trichiurus savala. (Cuv.). Länge des Unterkiefers 6 cm.

einem Exemplar von Trichiurus savala Fig. 23 und Lepidopus caudatus Fig. 24 die sich im selben Museum befinden, und viertens

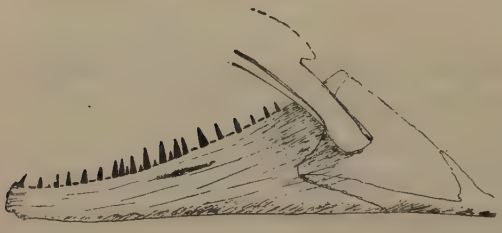


Fig. 24. Unterkiefer von Lepidopus caudatus. Länge des Unterkiefers 12 cm.

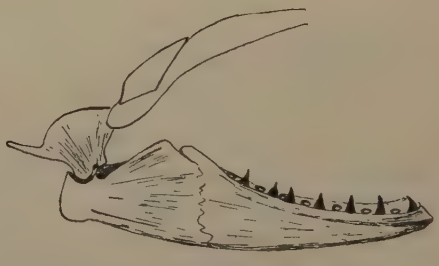


Fig. 25. Unterkiefer von Salmo salar. Länge des Unterkiefers 9,5 cm.

sah ich ein gleiches Bild an einem Kiefer von Salmo salar Fig. 25, der sich im Zoöl. Lab. zu Amsterdam bevindet.

Der alternierende Wechsel wird meistens nicht regelmässig über dem ganzen Kiefer angetroffen.

In Zusammenhang mit dem, was ich bei den jungen Teleostiern sah, bin ich geneigt diese Bilder von alternierenden Wechsel im gleichen Sinne zu deuten wie das Bild von alternierenden Zahnmatrices, besonders wegen der Tatsache, dass wir hier, den Kieferrande entlang gehend, von einem zum anderen Stichos übergehen, womit auch in Einklang is, dass das Bild von alternierenden Wechsel nicht immer regelmässig über dem ganzen Kiefer zu sehen ist, sondern oft nur hier und dort sich äussert.

Demnach erkläre ich, wie Bolk, den alternierenden Wechsel aus Persistenz eines uralten Zustandes und nich wie ADLOFF, lediglich bedingt durch Raumverhältnisse.

Er ist also nicht secundär erworben, nicht eine Anpassungserscheinung an eine höhere Function.

Viele Tatsachen bei den Teleostiern und den Reptilien stimmen überein.

Ich bin jedoch nicht geneigt diese imgleichen Sinne wie WOERDEMAN zu interpretieren, denn ich sehe bei den Teleostiern genetischen Zusammenhang zwischen den Elementen zweier aufeinanderfolgender in mesiodistaler Richtung sich entwickelnder Zahnreihen, (Reihen von Zähnen gleicher Generation).

Ich brauche nur anzunehmen: Reihen, die sich in mesiodistaler und labiolingualer Richtung entwickeln, deren Elemente in zwei aufeinanderfolgenden Reihen einander ersetzen.

Die Elemente können alternieren, aber dies ist eine secundäre Alternation hervorgebracht durch schräge Stellung der Familie zur Reihe.

Wenn ich im Vorhergehenden von Stichos gesprochen habe, habe ich dies getan im Sinne von WOERDEMANS Definition eines Stichos (sieh Pag. 206 seiner Arbeit): „Ein Odontostichos besteht aus den gleichnamigen Gliedern einer grossen Zahl von Zahnfamilien."

Die sich in mesiodistaler Richtung entwickelnden Reihen von Zähnen, die ich bei den Teleostiern gesehen habe sind gewiss die gleichnamigen Glieder der Familien, sind also Stichi im Sinne WOERDEMANS.

Aber die Zähne zweier aufeinanderfolgender Stichi bei meinen Teleostiern alternieren nicht immer, sondern stehen, wo genetischer zusammenhang im Zahnfeld ausgeprägt ist, in sichtbarem, genetischem Zusammenhang mit einander.

Ich sage stets „die Stichi WOERDEMANS," weil ich meine, dass er mit seiner Definition, was das Wort „gleichnamig anbelangt, anstatt der Definition BOLKS eine prinzipell a n d e r e Zahnreihe als einen Stichos angenommen hat als ursprünglich BOLK mit seiner Definition gemeint hat.

Die Definition BOLKS lautet: „Ein Odontostichos besteht also aus einer Menge gleichalteriger Glieder von einer Grossen Zahl von Zahnfamilien."

Hierüber später mehr.

Da WOERDEMAN auf Pag. 211 seiner Arbeit geneigt ist die Zustände der Fische Esox und Cyprinus in gleichem Sinne zu erklären, wie diejenigen der Reptilien, hervorgegangen aus alternierenden Zahnmatrices, so wird man es mir hoffentlich nicht verargen dass ich meinerseits meine Auffassung auch einmal an den Zuständen am

Reptiliengebiss prüfe. Insofern wir auch bei den Teleostiern im Kieferrand bisweilen alternierende Matrices antreffen, wie bei Esox und Salmo, und wir auch alternierendes Wechseln bei ihnen gesehen haben wie z. B. bei Sphyraena, Trichiurus, Lepidopus und Salmo, so bin ich geneigt das scheinbar monostichische Gebiss bei den Reptilien in gleicher Weise zu interpretieren, wie die am Kieferrand stehende einzige Zahnreihe zum Beispiel bei Pleuronectes, nämlich hervorgebracht durch stark ausgeprägte, mesiodistale und labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes.

Fig. 26. Schema eines Gebisses, wo die Repräsentanten hinter einander stehender Reihen, neben einander einen Platz am Kieferrand bekommen haben.

Jeder Stichos hat hierdurch fur seine Repräsentanten einen Platz am Kieferrand bekommen. (Fig. 26).

Der Platz ist kein bleibender für jeden Stichos sondern man wird die Repräsentanten eines bestimmten Stichos immer mehr distalwärt zu suchen haben.

Die Repräsentanten, der in labiolingualer Richtung hinter einander entwickelten Stichi, functionieren in einer Reihe neben einander am Kieferrand.

Während anfangs der Kieferrand mit den Repräsentanten der Stichi W. I, II, III, IV . . . .und VII bewaffnet ist, so wird er später bewaffnet sein mit den Repräsentanten von II, III, IV, ... und VIII.

Während I ganz weggeräumt ist, hat II sich distalwärts ausgedehnt, ist an Stelle von I getreten und jetzt mesialwärts zum Teil wieder durch III ersetzt. Der mesiale Teil des Kieferrandes wird alsdann durch die ersten Elemente von VIII eingenommen. So werd immer der mesiale Teil durch die Zähne der am meisten lingual sich bildenden Stichi bewaffnet sein. Also der IIte Stichos liefert die Erzatzzähne für den I^{sten}; der III^{te} für den II^{ten} u.s.w.

Vom distalen bis zum mesialen Ende dem Kieferrand entlang gehend, passieren wir alle Stichi am Kieferrand; (falls sie nicht ganz und gar weggeräumt sind).

Wenn wir dem Kieferrand entlang gehend von dem einem zum andern Stichos übergehen, bekommen wir durch die mesiodistale Entwicklung der Stichi-Alternation auch dem Alter der Zähne nach, weil immer der mehr distal am Stichos gelegene Zahn jünger ist, als der mehr mesial gelegene.

Also bekommen wir alternierendes Wechseln, ein Phänomen das typisch für das Reptilien Gebiss genannt wird, aber auch bei den Teleostiern vorkommt. Wir können mit diesem Princip ein sehr schönes,

regelmässig alternierendes Bild am Kieferrand bekommen wie zum Beispiel in Fig. 27. Wo wir am Kieferrand die mit ○ bezeichneten Zähne sehen, die alternieren mit den mit ⊙ markierten.

Jeder Stichos zeigt mesiodistale Entwicklung.

Die mit ○ angedeuteten Zähne sind die ältesten, dann folgen die mit ⊙ und zuletzt die jüngeren Zahnkeime die durch . angedeutet werden.

Diese Zähne gehören zu einer Reihe von Zähnen gleicher Generation, sie bilden also einen Stichos im Sinne WOERDEMANS.

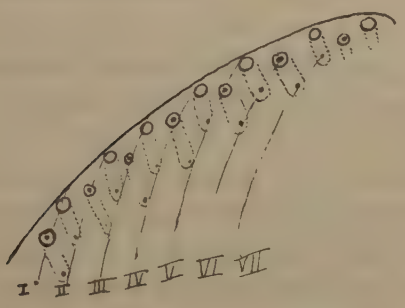


Fig. 27. Schema eines Gebisses mit alternierendem Zahnwechsel, den Exo- (○ ○ ○) und Endostichos (⊙ ⊙ ⊙) BOLKS und zugleich die in mesiodistaler Richtung sich entwickelnden Stichi WOERDEMANS (○ ⊙ • •) zeigend.

Wir sehen ○ und ⊙ mit einander alternieren.

Jeder hat seine Zahnmatrix hinter sich, die nach der folgenden Reihe übergreift. Die Elemente zweier aufeinanderfolgender Stichi W. erzetsen einander und doch haben wir regelmässige Alternation am Kieferrand, hervorgebracht durch alternierende Zahnmatrices. (Matrices deren Elemente alternieren).

Jetzt ist es deutlich, dass was BOLK ursprünglich Stichos genannt hat, nämlich die Reihe von gleichalterigen Zähnen und was WOERDEMAN in seiner Arbeit (Beitrage I) Stichos nennt, nämlich die Reihe gleichnamiger Zähne, also die Zähne gleicher Generation im Prinzip nicht dieselben Reihen sind.

Die Repräsentanten aufeinanderfolgender Stichi W. gleichnamiger Zähne (○ ⊙ • •) functionieren neben einander auf dem Kieferrand, die Repräsentanten gleichalterigen Zähne (○ ○ ○ und ⊙ ⊙ ⊙), Stichi BOLKS bekommen zwischen einander einen Platz am Kieferrand. Fig. 27.

Die nach BOLK zum Stichos gehörenden Zähne sind nicht von einer Generation. Die am meisten mesial gelegene Matrix hat voor dem jetzt functionierenden Zahn bereits 6 Zähne mehr produciert als der am meisten distal gelegene vor seinem jetzt functionierenden; im Falle wenigstens, wie in unserem Schema Fig. 27, 7 in mesiodistaler Richting sich entwickelende Reihen an der Bildung des am Kieferrand stehenden Zahnbesatzes teilnehmen.

Obgleich ich, genetischen Zusammenhang sehend zwischen den Elementen zweier aufeinanderfolgender, in mesiodistaler Richtung

sich entwicklender Reihen, anfangs meinte hierdurch nicht an die Theorie der alternierenden Zahnmatrices (Bolks) glauben zu können, so hat mir das Schema Fig. 27 klar gemacht, dass die Theorie von alternierenden Zahnmatrices sehr gut vereinbar ist mit genetischem Zusammenhang der Elemente von zwei aufeinanderfolgenden in mesiodistaler Richtung sich entwicklenden Zahnreihen (Zähne gleicher Generation, Stichi W.), eine Tatsache, die ich bei meinen Teleostiern gesehen habe.

In Fig. 27 sehe ich einen Endo- und Exostichos, jeder mit seiner Zahnmatrix hinter sich. Dieser Endo- und Exostichos ersetzen einander also niemals.

Das gleiche Schema hat mich auch den Unterscheid zwischen dem Stichos W. im Beidrage I und seinem Stichos im Beitrage II erkennen lassen.

Die aufeinanderfolgenden Reihen gleichnamiger Elemente ersetzen einander, die aufeinanderfolgenden Reihen gleichalteriger Elemente jedoch nicht.

Ich kann mich also ganz der Meinung anschliessen, dass das functionierende Gebiss mit seinem Ersatz-gebiss bei den Reptilien durch alternierende Zahnmatrices gebildet wird, obwohl ich auf andrem Boden stehe wie Woerdeman.

Wenn er eine, in mesiodistaler Richtung sich entwickelende Reihe von Zähnen, gleicher Generation einen Odontostichos nennt, muss er den Begriff, dass die Elemente zweier aufeinanderfolgender Stichi einander nicht ersetzen, fallen lassen.

Die Alternation die Woerdeman bei seinen Embryonen sah, muss, meines Erachtens, falls genetischer Zusammenhang sich schon entwickelt hätte, die Alternation sein, entstanden aus dem schrägen Stand der Familie zum Stichos.

Dort aber wo gar kein genetischer Zusammenhang zwischen den Elementen zu erkennen ist, ist es, für den Augenblick wenigstens, nicht festzustellen, ob wir mit primärer, oder secundärer Alternation zu tun haben. So ist es auch bei Lophius und Liparis nicht zu erkennen, ob wir eine primäre oder secundäre Alternation vor uns haben.

Da aber neben diesen, andere Formen vorliegen wie Pleuronectes, Esox und Salmo, bei denen genetischer Zusammenhang zwischen den Elementen zweier aufeinanderfolgender mesiodistalwärts sich entwickelnder Reihen zu sehen ist, so müssen wir auch bei Lophius und Liparis die Alternation als eine secundäre Tatsache betrachten.

In diesem Sinne bin ich auch geneigt die Alternation zu erklären, die Woerdeman bei seinen Reptilien-Embryonen sah (Beitrage I).

Die Reihen, die WOERDEMAN in seinem Beitrage II und seinem Beitrage I. als Odontostichi betrachtet, sind also im Prinzip verschiedene Reihen.

Die Stichi im Beitrage I. sind die mesiodistaler Richtung sich entwickelnden Reihen, die ich auch bei den Teleostiern gesehen habe. Die Stichi in seinem Beitrage II. sind die Stichi BOLKS.

Bei der Behandlung des Unterkiefer-gebisses von Esox habe ich auf die beiden Arten des Alternierens hingewiesen:

I: Die Alternation hervorgebracht durch schräge Stellung der Familie zur Reihe (Stichos W.) und

II: Die Alternation entstanden durch schräge Stellung der Reihe (Stichos W.) zum Kieferrand.

Mit der ersten haben wir meines Erachtens zu tun im Abortiv Gebiss der Reptilien mit der Zweiten im functionierenden Gebiss mit seinen Ersatzzähnen. Und ich verknüpfe die schräge Stellung der Reihe zum Kieferrand mit stark ausgeprägter mesiodistaler Entwicklung des Zahnfeldes, worauf ich im Vorhergehenden bei den Selachiern hingewiesen habe.

Ich muss ADLOFFS Vorstellung völlig ablehnen, also ganz und gar den Satz BOLKS unterschreiben wenn er sagt: „Das Alternieren bei den Reptilien ist nicht wie ADLOFF meint eine secundäre Erscheinung lediglich bedingt durch Raumverhältnisse, sie ist eine primäre Erscheinung von den Reptilien von ihren Vorfahren ererbt" und „es ist nicht eine Anpassungs-Erscheinung an eine höhere Function, auch nicht die Folge von „Raumverhältnissen" sondern lediglich Persistenz eines uralten Zustandes."

Diesen Satz BOLKS kann ich ebenso wie WOERDEMAN unterschreiben, obgleich wir uns diese Tatsache ganz verschieden erklären: WOERDEMAN erklärt mit seiner Definition von gleichnamigen Zähnen das Alternieren durch das zwischen einander schieben zweier Stichi; während die Alternation von mir durch neben einander functionieren der Repräsentanten der Stichi W., aber durch *zwischen* einander functionieren der Repräsentanten der Stichi BOLKS (die Reihen gleichalterigen Zähne.) (Fig. 27) erklärt wird.

Dies Am-Kieferrand-nebeneinander-functionieren von in labiolingualer Richtung hinter einander entwickelten Stichi, kann auch ich ein Uraltes Prinzip nennen, denn ich habe es nicht nur bei Pleronectes sondern auch bei den Selachiern am Kieferrand nachweisen können.

Ich reihe mich also ganz und gar dem Satz BOLKS an, obwohl ich auf anderem Boden Stehe als WOERDEMAN.

Bei mir brauchen die Reptilien gar nicht alle das alternierende Bild zu zeigen, und können doch nach demselben Prinzip gebaut sein.

Verläuft bei wenig stark ausgeprägter mesiodistaler Entwicklung des Zahnfeldes, der Stichos W. dem Kieferrande parallel, dann sehen wir keine Alternation wie z. B. bei Acanthias, wenigstens in dem Falle, dass auch die Matrix wagerecht zum Stichos steht.

Ich möchte in diesem Zusammenhang auf Calotes hinweisen, bei welchem WOERDEMAN, wie auch schon BOLK, keine Alternation gesehen hat.

In diesem Sinne das Reptilien-gebiss auffassend, gibt es auch keinen prinzipiellen Unterscheid zwischen dem Abortivgebiss und dem functionierenden mit seinen Ersatzzähnen.

Allein die Elemente der hintereinanderstehenden Reihen im Abortivgebiss hängen mit einander zusammen.

Die Elemente der aufeinanderfolgender später gebildeten Reihen zeigen genetischen Zusammenhang und es entstehen Matrices, die das functionierende Gebiss mit seinen Ersatzzähnen bilden.

Beide Zustände mit und ohne Zusammenhang zwischen den Elementen zweier aufeinanderfolgender Reihen habe ich bei den Teleostiern wahrgenommen.

Der Hecht vereinigt beide Arten der Zahnentwicklung in sich, wie FRIEDMANN schon gezeigt hat.

Der Oberkiefer zeigt uns freie Zahnbildung, während im Unterkiefer Zahnmatrices gebildet sind.

Ich kan mich sehr gut mit der Idee BOLKS vereinigen um im Abortiv-gebiss einen Uebergang zu sehen zu Hautzähnen und Schuppen, denn auch ich bin geneigt das gesonderte Entstehen der Zähne als den mehr ursprünglichen Zustand anzusehen.

Wie zuerst aus den Betrachtungen von Friedmann und dann aus den oben mitgeteilten Fällen hervorgeht, kann man bei den Teleostiern nicht mehr von einer diffusen Zahnbildung auf dem Zahnfelde sprechen.

Viel mehr ergibt sich, dass bei ihnen vielfach die Zahnbildung, denselben Gesetzen unterworfen ist, wie bei Selachiern und Reptilien.

Wenn zuweilen, wie bei den Gadiden und bei Osmerus keine Regelmässigkeit in der Zahnbildung zu erkennen ist, so glaube ich das folgenderweise erklären zu können:

Einerseits wäre es möglich, dass ich hier nicht die Stadien getroffen hätte bei welchen die Regelmässigkeit zu erkennen ist. (Ich erinnere hier an die so verschiedenen Verhältnisse bei den jungen un bei den erwachsenen Cyclopterus).

Anderseits könnte ja hier der Fall vorliegen, dass verschiedene Stellen am Kiefer die Zahnbildungspotenz ganz und gar eingebüsst hätten, wodurch das ursprünglich regelmässige Bild verwischt wäre.

(Ich erinnere z. B an Lophius, der am Unterkiefer ein sehr regel-

mässiges, in mesiodistaler und labiolingualer Richtung sich entwickelndes Zahnfeld zu sehen gibt, während der Oberkiefer diese Regelmässigkeit nicht zeigt.)

Schon HERTWIG hat vor fast einem halben Jahrhundert (1874) auf die gleiche Stellung der Zähne und der Hautschuppen bei den Selachiern hingewiesen.

Die Regelmässigkeit der Anordnung dieser Elemente, so wie auch der Schuppen der Teleostier ist wohl als das Ursprüngliche anzusehen.

Eine weitere Frage ist, ob das Auftreten von Zahnmatrices und die Bildung eines Operculums oder einer Zahnleiste mit einander in Zusammenhang stehen.

Ich glaube est nicht, denn ich habe niemals ein wahres Operculum bei den Teleostiern gesehen. Wohl sah ich immer bei den Teleostiern eine Schleimhautfalte lingualwärts von dem Zahnfelde, aber diese Schleimhautfalte hat niemals als Schutz der jungen Zahnkeime zu functionieren.

ALBERTINA CARLSSON (1895) meint bei Salmo salar eine Zahnleiste gesehen zu haben. Anfangs meinte ich bei dem in Fig. 13 abgebildeten Schnitt den Epithelstrang am distalen Ende in diesem Sinne deuten zu können. Ich sah diesen Strang aber nur in diesen Praeparaten, während er bei den Schnitten durch den Kiefer eines kleineren Exemplars Fig. 12 nicht zurück zu finden war. Ich glaube also vielmehr dass dieser Ephitelstrang von Kieferrande herstammt. Der Schnitt, wovon Fig. 13 eine Abbildung gibt, liegt am distalen Ende wo der Oberkiefer an den Unterkiefer stösst.

Ganz ausgeschlossen ist es aber nicht dass wir es hier mit der von CARLSSON erwähnten Zahnleiste zu tun haben.

Sie hat junge Exemplare von 5 mm. (noch im Ei) bis 26 mm. auf Frontalschnitten untersucht und ist ausser BOAS (1879) (Pseudoscaridae) und SEMON (1899) (Ceratodus) die Einzige, die bei der Entwicklung der Fischzähne etwas, über sich entwickelnde Zahnreihen mitteilt.

So schreibt sie von ihrem Stadium E von Salmo salar (Körperlänge 15 mm.):

„Sehr eigentümlich ist es, dass Zungenwärts von dem vordersten dieser 4 Zahnkeime eine Zahnanlage auftritt, die also eine Andeutung einer inneren Zahnreihe darstellt.

Sie ist später als die äussere Zahnreihe angelegt und besteht nur aus weichen Teilen".

Von Stadium F (Körperlänge 18 mm.) schreibt sie:

„Besonders hervorzuheben ist das Vorhanden sein zweier Zahnreihen von welchen die innere wie im vorhergehenden Stadium nur aus einem Zahnkeim besteht.

Da ich bei allen übrigen untersuchten Embryonen nur eine Reihe gefunden habe und das erwachsene Tier auch nur eine besitzt, wie auch Owen erwähnt, so deutet diese Erscheinung auf eine Verwandtschaft mit Fischen, deren Kiefer mit meheren Reihen bewaffnet sind, und kan vielleicht, als eine Atavismus betrachtet werden."

Wenn sie von Stadium C. (Körperlänge 6 mm.) und J. (Körperlänge 21 mm.) sagt, dass neue Zahnkeime zwischen den Alten entstehen, da möchte ich darauf hinweisen, dass sie nur Frontalschnitte untersucht hat und dass es schwer ist daran zu sehen, ob die neuen Zähne, die zwischen den Alten entstehen, in derselben Reihe oder mehr lingualwärts stehen.

Um dies genau zu ermitteln eignen sich meine Horizontalschnitte besser.

Auch kann man aus ihrer Arbeit das Vorkommen der mesiodistalen und labiolingualen Entwicklung des Zahnfeldes herausfinden, wenn sie sagt von Stadium K. (Körperl. 23 mm.):

„Die langen Zwischenräume zwischen den Zahnanlagen besonders im hinteren Teile des Kiefers und das Vorkommen der Schmelzleiste hinter dem letzten Zahnkeime ermöglichen dass später mehrere neue entstehen" (Ueber diese Schmelzleiste habe ich vorher schon berichtet).

Die Arbeit Friedmanns (1897) erwähnt zum ersten Male in der Litteratur Zahnmatrices; (bei Esox lucius am Unterkiefer und Cyprinus Carpio am Schlundknochen). Ich kann ihm aber nicht beistimmen, wenn er (Pag. 564) sagt: "Die Entstehung der Kieferzähne an einzelnen Epithelzapfen bildet gewissermassen ein Vorstadium zur Bildung einer gemeinsamen Zahnleiste, wie dieselbe bei den höheren Wirbeltieren vorhanden ist. Durch seitliche Versmelzung der (in Fig. 8) dargestellten Epithelzapfen zu einer gemeinsamen Epithelplatte würde eben die Zahnleiste der höheren Vertebraten zu Stande kommen".

Ich halte die Bildung von Zahnmatrices und die Bildung einer Zahnleiste oder eines Operculums für ganz unabhängig von einander.

Mit Recht hat Woerdeman hier im Unterkiefer von Esox auf die Alternation aufmerksam gemacht, welche Friedmann entgangen war.

Die Arbeiten von Heincke 1873 und von Tomes 1876 sagen uns nichts über die Anordnung in der Entwicklung und ebenfalls nichts über die Stellung der jungen Zahnkeime. In dieser Beziehung haben sie also für uns kein weitres Interesse. Nur der Vollständigkeit halber sind sie im nachfolgenden Litteraturverzeichnis aufgenommen.

Semon (1899) erwähnt bei Ceratodus Forsteri sich entwickelnde Zahnreihen, die nachher mit einander zu einer Zahnplatte verwachsen.

Die Arbeit von Boas (1879) über die Zähne der Scaroiden spricht

Pag. 199 von alternierenden Reihen bei den Unterkieferzähnen. Merkwürdig aber ist es, dass hier die kleinen Löcher (Fig. 5 (*T*, *X*-)) im Kieferknochen, durch welche der Epithelstrang geht, zur Bildung neuer Zähne am Boden des Alveolus Pag. 202, an der labialen Seite der am Kiefer functionierenden Zähne sich befinden.

Dies weist also hin auf eine linguo-labiale Entwicklung des Zahnfeldes.

Es ist nicht der *einzige* Fall einer Entstehung von jungen Zahnkeimen an der labialen Seite der am Kiefer functionierenden Zähne. Auch am Kieferskelett des Anarrhichas lupus sehen wir die Löcher, durch welche hindurch die jungen Zähne sichtbar sind an *der labialen* Seite der functionierende Zähne.

Auch bei Sargus vulgaris, Box salpa und Gobius minutus habe ich an Frontalschnitten junge Zahnkeime an der Labialseite gesehen.

Fig. 28. Horizontalschnitt durch den Unterkiefer von Gobius minutus. Totallänge 5 cm.

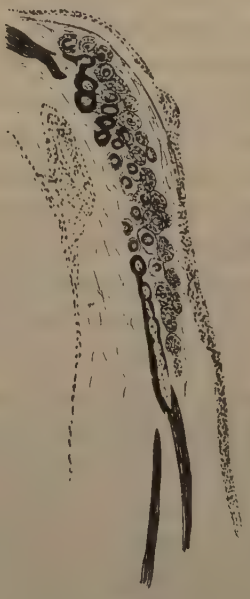


Fig. 29. Horizontalschnitt durch den Unterkiefer von Gobius minutus. Totallänge 2,4 cm.

Wir wollen das Verhältniss bei Gobius minutus and der Hand der Fig. 28 und der Fig. 29 etwas näher betrachten.

Beide Figuren stellen Horizontalschnitte vor durch den Unterkiefer und zwar Fig. 28 von einem Exemplar von 5 cm., Fig. 29 von einem Exemplar von 2,4 cm.

Die Zähne zeigen keinen genetischen Zusammenhang, Familien kommen also nicht vor.

Eine sehr deutliche Alternation ist aber leicht erkennbar.

Aus diesem Zustande am Kiefer von Gobius geht wohl unverkennbar hervor, dass hier eine mesiodistale mit einer *linguo-labialen* Entwicklung verbunden ist, in Gegensatz zu der labio-lingualen, die wir bei den bisher beschriebenen Formen fanden.

Beide Entwicklungsmodi können also bei den Teleostiers vorkommen, wodurch auch der von Boas bei Pseudoscarus beschriebene erklärt wird. Woerdeman hat bei Pelias berus am Gaumen ein von labial nach lingual wachsendes Zahnfeld gesehen, Pag. 174, und ich habe auch bei Salmo salar am Vomer und am Zungenbein zwei unabhängig von einander wachsende Zahnfelder angetroffen, wovon das eine sich nach rechts, das andere sich nach links, jedes in linguolabialer Richtung entwickelte.

Am Vomer waren die Matrices labialwärts schräg nach vorn gerichtet. Am Zungenbein jedoch labialwärts schräg nach hinten.

Diese Anordnung bei Gobius steht also gar nicht vereinzelt da, sondern es sind mehrere Fälle bekannt, wobei die Entwicklung des Zahnfeldes linguolabialwärts stattfindet.

Zuletzt sei noch hingewiesen auf das Vorkommen von Zahnkeimen bei Selachiern ausserhalb des Operculums.

So fand Laaser in 1900 und 1903, dass bei Selachiern eine Bildung von Zähnen auftritt, ausserhalb das Schutzes des Operculums und zwar nach dem gewöhnlichen placoiden Types, welche also mit den im freien Zahnfelde gebildeten Zähnen der Reptilien vergleichbar sind.

Diese Zähne in freien Zahnfelde sind sowohl Hertwig in 1874 als Jentsch 1897 entgangen.

Rösf 1894 berichtet über Salmo salar, dass die Zähne unmittelbar aus dem Kieferepithel entstehen, meistens ohne nähere Beziehung zur Epithelscheide ihres Vorgängers. Es ist nun zwar gar nicht unmöglich, dass die ersten Zähnchen auch bei Salmo salar durch freie Zahnbildung entstehen.

Dazu ist aber folgendes zu bemerken; Röse hat ein Exemplar von 2,1 cm untersucht. Bei meinen Exemplaren von 2,1 cm und 2,4 und 4,2 cm Körperlänge sind aber deutlich Zahnmatrices zu sehen.

Nun haben wir bei Pleuronectes platessa gesehen, dass Exemplare gleicher Länge nicht immer von gleichem Alter sind und dass nur das Alter und nicht die Länge für den Fortschritt der Zahnentwicklung verbürgt. Es braucht uns deshalb nicht zu befremden, dass Röse bei seinen Exemplaren keinen genetischen Zusammenhang sah; da vielleicht seine Exemplare zwar gleich *gross* aber doch *jünger* sein könnten.

Ich möchte hierbei aber bemerken, dass der genetische Zusammenhang am Frontalschnitte schwer fest zu stellen ist.

ZUSAMMENFASSUNG WICHTIGSTER ERGEBNISSE.

1. Die mesiodistale und labiolinguale Entwicklung des Zahnfeldes ist eine auch bei den Teleostiern weit verbreitete Erscheinung, mit welcher Rechnung zu tragen ist bei der Erklärung der Anordnung und Entwicklung der Zähne.

2. Ausser einer Mesiodistalen und *labiolingualen* Entwicklung des Zahnfeldes kommt auch eine mesiodistale und *linguolabiale* Entwicklung desselben vor (Gobius minutus).

3. Die Elemente zweier aufeinanderfolgenden in mesiodistaler Richtung sich entwicklenden Reihen stehen, wo Matrices gebildet werden, in genetischem Zusammenhang mit einander (Salmo, Esox, Pleuronectes).

4. Die Alternation der Elemente, zweier aufeinanderfolgenden in mesiodistaler Richtung sich entwicklender Reihen, ist eine secundäre Erscheinung, hervorgebracht durch den schrägen Stand der Matrices mit Bezug auf die Reihe.

5. Die Elemente aufeinanderfolgender Reihen (Stichi W.) können einander ersetzen (z.B. bei den erwachsenen Pleuronectes platessa); oder gleichzeitig functionieren (z.B. bei Lophius).

6. Das Bild des alternierenden Wechsels am Kieferrande kommt auch bei den Teleostiern vor. (Sphyraena (Owen), Trichiurus, Lepidopus, Salmo).

7. Woerdeman hat mit seiner Definition eines Stichos (Pag. 206) eine grundsätzlich *andere* Reihe angenommen, als diejenige, welcher Bolk ursprünglich den Namen Stichos gegeben hat.

8. Die am Kieferrand functionierenden Zähne können Zähne einer gleichen Generation, also Elemente einer einzigen (selbigen) Reihe (Stichos W.) darstellen und zwar in dem Falle, wo der Stichos W. dem Kieferrande parallel verläuft.

Falls aber der Stichos W. schräg zum Kieferrande steht, müssen

am Kiefferrande die nebeneinanderstehenden Repräsentanten mehrerer Stichi W gleichzeitig functionieren.

9. Schräg zum Kieferrande stehende Stichi W. trifft man da an, wo das Zahnfeld sich stark ausgeprägt mesiodistal- und labiolingualwärts entwickelt hat, oder, wie bei Gobius, mesiodistal- und linguolabialwärts.

10. Bei schräge Stellung des Stichos zum Kieferrande ist Alternation dort zu sehen, wo man dem Kieferrande entlang gehend von einem Stichos zum andren übergeht.

LITTERATURVERZEICHNIS.

1784. André, W. A. Description of the teeth of Anarrhichachas lupus. Philos. Trans. Londen. Vol. Londen. Vol. LXXIV.

1840-45. Owen, R. Odontography.

1873. Heincke, F. Untersuchungen über Zähne niederer Wirbeltiere.

1874. Hertwig, O. Ueber den Bauund die Entwicklung der Placoidschupen und der Zähne der Selachier. Jen. Zeitschrift f. naturwiss. Bd. VIII.

1876. Tomes, Ch. On the development of teeth of fishes. Philos. Trans. Londen.

1879. Boas, V. Die Zähne der Scaroiden. Zeitschrift f. Wiss. Zoöl. Bd. XXXII.

1894. Röse, C. Ueber die Zahnentwicklung der Fische. Anat. Anzeiger. Bd. IX.

1895. Carlsson, A. Ueber die Zahnentwicklung bei einigen Knochenfischen. Zoöl. Jahrb. Abt. Anat. Bd. VIII.

1897. Friedmann, E. Beitrage zur Zahnentwicklung der Knochenfische. Morphol. Arb. Bd. VII 3.

1898. Jentsch, B. Beitrage zur Entwicklung und Struktur der Selachierzähne. Diss. Leipzig.

1899. Semon, R. Die Zahnentwicklung von Ceratodus Forsteri. Zoöl. Forschungsreisen. Bd. IV.

1900. Laaser, P. Die Zahnleiste und die ersten Zahnanlagen der Selachier. Inaug. Diss. Leipzig.

1906. Burckhardt, R. Die Verknöcherungen des Integuments und der Mundhöhle. Hertwigs Handbuch der Vergl. Anat. und der Entw. Gesch. Bd. II Teil I.

1912. Bolk, L. Over de structuur v. h. Reptielengebit. Versl. der Kon. Akad. v. Wetenschappen.

1913. Bolk, L. Odontologische studien I. Die Ontogenie der Primatenzähne. Versuch einer Lösung der Gebissprobleme.

1914. Bolk, L. Odontologische Studien II. Die Morphogenie der Primatenzähne. Eine weitere begründung und ausarbeitung der Dimertheorie (Drittes Hauptstück: Ueber das Wesen der Zahnkonkrescenz).

1915. Bolk, L. Welche Gebissreihe gehören die Molaren an? Zeitschr. Morph. und Anthropol. Bd. XVII.

1916. Adloff, P. Die Entwicklung des Zahnsystems der Sängetiere und des Menschen. (Eine Kritik der Dimertheorie von Bolk).

1919. Woerdeman, M. Zur Entwicklungsgeschichte von Zähnen und Gebiss der Reptilien.

Beitrage I. Die Anlage und Entwicklung des Embryonalen Gebisses als Ganzes und seine Beziehung zur Zahnleiste.

Beitrage II. Ueber die Anlage des Ersatzgebisses und den Zahnwechsel. (Distichie und Matrixtheorie) Archif. für Mikroskop. Anat. Bd. 2 Abt. I.

1921. Woerdeman, M. Beitrage zur Entwicklungsgeschichte von Zähnen und Gebiss der Reptilien.

Beitrage IV. Ueber die Anlage und Entwicklung der Zähne.

Beitrage V. Ueber die Beziehung der Mundhöhlendrüsen zum Zahnsystem. Archiv. für Mikrosk. Anat. Bd. 95 Abt. I.

STELLINGEN.

1. De xeromorfe bouw der hoogveenplanten dwingt ons geenszins een physiologische droogte voor den hoogveenbodem aan te nemen.

2. 't Rhythme dat de planten in hun groei vertoonen is het reageeren van een specifiek erfelijke structuur op de omstandigheden.

3. Het is waarschijnlijk dat de 3 petromuzonten soorten van ons land tot één soort zijn samen te vatten.

4. In verband met de concrescentietheorie van His is het juist van fundamenteele beteekenis een praechordaal en epichordaal deel aan de neuraalplaat en het neuraalkanaal te onderscheiden.

5. De stamvormen der recente reptielen moeten naar alle waarschijnlijkheid een kinetischen schedel bezeten hebben.

6. Bij het zoeken naar een verklaring voor 't ontstaan van den tandvorm moet niet in de eerste plaats aan functioneele aanpassing gedacht worden.

7. Het alterneerend wisselen der tanden bij vele Reptielen en Teleostiers houdt verband met den alterneerenden stand der tandfamilies bij vele Selachiers.

DRUKKERIJ HOLLAND — AMSTERDAM